

Válasz Dr. Mézes Miklósnak, az MTA levelező tagjának
Hegedűs Attila: A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése című akadémiai doktori értekezéséről készített bírálatára

Köszönöm Opponensemnek, Prof. Mézes Miklósnak, az MTA levelező tagjának, hogy doktori értekezésem bírálatát elvállalta. Köszönöm pozitív értékelését, segítőkész útmutatásait és kérdéseit. Az Opponensem által megfogalmazott kritikai észrevételekre és feltett kérdésekre az alábbiakban, sorrendben kívánok reagálni. Szeretném kiemelni, hogy azokra a felvetésekre, amelyekkel teljes mértékben egyetértek, nem térek ki külön. Azokat maradéktalanul, egészében elfogadom.

A megadózisban adagolt aszkorbinsav tumor ellenes hatásával kapcsolatban leírtak ugyan helytállóak, egy fontos momentum azonban hiányzik, mégpedig az, hogy az aszkorbinsav hatása a tumor terápiában csak abban az esetben lehet eredményes, amennyiben azt intravénásan adagolják.

Padayatty és mts. (2006, Can. Med. Assoc. J., 174: 937–942) munkájának bemutatásakor ugyan megemlítettem az intravénás bejuttatás jelentőségét (“...a nagy dózisu, intravénás C-vitamin-bevitel számottevően meghosszabbította az előrehaladott daganatos betegségben szenvedők életét...”, 24. oldal), de elismerem, hogy a következőkben ezt a tényt nem szerepeltettem többé. A disszertációban kitértem arra, hogy az Országos Egészségbiztosítási Pénztár is támogatja bizonyos esetekben ezt a kezelést, itt is mindenképpen fontos lett volna hangsúlyozni, hogy ez esetben is a C-vitamin intravénás adagolásáról van szó.

A leírtakkal ellentétben viszont, mely szerint az α -tokoferol semlegesíti a szinglet oxigént, szeretnék utalni arra, hogy ismereteim szerint hatékonyan redukálja a szuperoxid aniont (O_2^-), a peroxi ($LOO\cdot$), hidroperoxi ($HO_2\cdot$) vagy hidroxil ($\cdot OH$) gyököket, ugyanakkor nem nyújt védelmet a szinglet oxigén (1O_2) hatásai ellen.

(Schafer, F.Q., Wang, H.P., Kelley, E.E. et al.(2002): Comparing beta-carotene, vitamin E and nitric oxide as membrane antioxidants. Biol. Chem. 383: 671-681.)

Igyekeztem alaposan áttekinteni a tokoferolok szinglet oxigénnel szembeni hatásáról szóló szakirodalmat, és igen vegyes kép tárult elém. Jóllehet a 70-es évektől találhatók adatok arra, hogy az α -tokoferol képes a szinglet oxigén semlegesítésére (pl. Fahrenholtz et al., 1974. Photochem. Photobiol., 20: 505-509), később ilyen jellegű hatását sokkal kevésbé hatékonyak jellemezték, mint pl. a karotinoid likopinét (Mascio et al., 1990. Biochem. Soc. Transac., 18: 1054-1056). A legfrissebb növényélettani kutatások a tokoferol-bioszintézisú specifikus gátlószereinek alkalmazásával igazolták, hogy az α -tokoferol mennyiségének csökkenése arányos a kloroplasztiszbán képződő szinglet oxigén mennyiségének növekedésével (Krieger-Liszkay és Trebst, 2006. J. Exp. Bot., 57: 1677-1684. illetve Rastogi et al. 2014. Plant Cell Environ., 37: 392-401). A fenti közleményeket áttekintve úgy érzem, döntő bizonyítékot egyik sem adott az α -tokoferol és szinglet oxigén közvetlen kapcsolatára vonatkozóan, ugyanakkor Min és Boff (2002. Compr. Rev. Food Sci. F., 1: 58-72) élelmiszerminták esetében komoly szerepet tulajdonítottak az α -tokoferol szinglet oxigént semlegesítő hatásának, sőt annak mechanizmusát és reakciósebességét is jellemezték. A számos ellentmondás miatt határozott állásfoglalást nem mernék tenni, de éppen ezért

egyetértek Opponensemvel abban, hogy ha írtam a tokoferol ilyen jellegű hatásáról, akkor ezt a bizonytalanságot is szerencsés lett volna megemlíteni.

A meggy antioxidáns vegyületeinek tárgyalása során Burkhardt és munkatársai (2001) közlésére hivatkozva leírja, hogy annak egyik legjelentősebb antioxidáns vegyülete a melatonin. Ezzel kapcsolatban azt szeretném megkérdezni, hogy azonosították-e a melatonin bioszintézisét katalizáló enzimeket növényekben is, és ha igen, azok azonosak-e az állati szervezetben, elsősorban az agy corpus pineale régiójában, valamint a bélcsatornában megtalálható enzimekkel?

Az indolvázas melatonin a növényekben négy, enzim katalizálta lépésen keresztül alakul ki L-triptofánból. Az a tény, hogy a szerotonint (5-hidroxi-triptamint) gyümölcsökben és zöldségekben már több mint 30 éve kimutatták, arra utalt, hogy bioszintézisük hasonló lépéseken keresztül zajlik a növényi és állati sejtekben. A szerotonin képződése az állati sejtekben 5-hidroxi-triptofánon keresztül történik két enzim, a triptofán-5-hidroxiláz és az aromás aminosav-dekarboxiláz enzimek hatására. Növényekben ezzel szemben a szerotonin triptaminon keresztül képződik, ahol a dekarboxiláció az első lépés (triptofán-dekarboxiláz), amit a hidroxiláció követ (triptamin-5-hidroxiláz). Ez azonban nem kizárólagos, hiszen *Hypericum* sejt kultúrákban az állati sejtekre jellemző szintézisút működését is igazolták (Murch és Saxena, 2006. J Pineal Res 41:284–287). A szerotonint a szerotonin-*N*-acetil-transzferáz alakítja *N*-acetil-szerotoninná, amit a hidroxiindol-*O*-metiltranszferáz SAM metildonor használatával alakít melatoninná. Egy alternatív útvonal is működhet 5-metoxi-triptaminon keresztül (Posmyk és Janas, 2009. Acta Physiol. Plant., 31: 1-11). Az utóbbi két gén homológ szekvenciáit azonosították néhány növényfajból is, például rizsből és almából. A rizs- és az almagének egymással és az állati génekkel egyaránt csekély mértékű hasonlóságot mutatnak (Lei et al. 2013, J. Pineal Res., 55:443–451).

Az értekezés egy későbbi alfejezetében (5.1.5. A meggyfajták antioxidáns kapacitásának jellemzése), a 10. táblázatban, feltüntette a meggyfajták gyümölcseinek glükóz és fruktóz tartalmát is. Ezekre vonatkozóan azonban nem adott meg mérési módszert ebben a fejezetben.

Opponensem észrevétele jogos. A mérést nagyhatékonyságú kromatográfiás elválasztást (Perkin Elmer Instruments, Shelton, CT, USA) követően refraktív index detektor (Perkin-Elmer LC-30) használatával végezte el Dr. Lugasi Andrea. Ez a paraméter ennél a vizsgálatnál igen hasznos volt, ugyanakkor a többi gyümölcs vizsgálata során nem használtuk. Valószínűleg ezen kivételessége miatt felejtettem ki a módszerismertetések közül, illetve azért, mert nem közvetlenül általunk elvégzett mérésről van szó. Mindazonáltal elfogadom, hogy ezt a tényt jelezni kellett volna például az Opponensem által említett táblázatban is, és nem csak a Köszönetnyilvánításban.

A 4.20. alfejezetben - Bioinformatikai elemzés – csak részben fejt ki, hogy a bioinformatikai elemzés során milyen szintű homológiát tartott már elfogadhatónak?

A cut-off érték meghatározása igen nehézkes lehet, hiszen számos paraméter (pl. a keresőszekvencia hossza és az adatbázis mérete) befolyásolja azt. A 19 kajszigénből 15 gén esetében, míg a 10 meggy-génből hat esetében $E=0$ értéket kaptunk (vagyis az E -érték $< 1 \cdot 10^{-179}$), tehát nagymértékben egyező homológokat találtunk azokban az esetekben, ahol az

adatbázisban más csonthéjas fajok (pl. kajszli, őszibarack és cseresznye) vagy legalább almatermésű gyümölcsfajok (alma vagy körte) szekvenciái elérhetőek voltak. Az egyik legnagyobb E -érték a meggy $F3'5'H$ gén és egy alma génhomológ között volt kimutatható, ez az érték 10^{-77} volt. A két szekvencia között az illeszkedő pozíciók száma meghaladta a 70 %-ot, ami messze felülmúlja az alkonyzónának tekinthető 50 %-os értéket nukleotidszekvenciák illesztése esetén. A *Citrus* EST-k funkcionális azonosításához például a mindössze 100 nukleotidos szekvenciák blastn analízise során $1 \cdot 10^{-13}$ E -értéket használtak Terol és mts. (2007, BMC Genomics, 8:31). Ez az érték még az általunk mért legnagyobb ($1 \cdot 10^{-36}$) E -értéket is jelentősen felülmúlja.

Az alfejezetben lévő 11. ábra feliratából nem derül ki, hogy az antioxidáns kapacitásnál melyik módszerrel kapott eredményeket tüntette fel.

A FRAP-módszer eredményei láthatók az ábrán, ennek említése valóban kimaradt az ábraaláírásból.

Az antioxidáns kapacitás érték megadásakor továbbá célszerű lett volna azt is jelezni, hogy az adott érték a gyümölcshús kivonatra, vagy annak szárazanyag tartalmára vonatkozik-e. Az eltérő szárazanyag tartalom ugyanis torzító hatású lehet az abszolút értékekre vonatkozóan.

Ez az információ valóban hiányzik az ábraaláírásból. Az y tengely feliratában szereplő dimenzió (L illetve ml) felfedi ugyan, hogy az értékek a gyümölcshús-kivonatra vonatkoznak, de ezt kétségtelenül jobb lett volna konkrétan szerepeltetni. Egyetértek Opponensem meglátásával, miszerint az eltérő szárazanyag-tartalom torzító hatású lehet a különböző gyümölcsfajok összehasonlításakor bizonyos szempontból. Itt azonban szó sincs véletlenről. A választásomnak kétféle magyarázata is van. Első vizsgálataink idején nem rendelkezünk liofilizáló berendezéssel, és a gyümölcs szárítása az antioxidáns hatás vesztesége nélkül más módon nem megvalósítható. Ami azonban ennél is lényegesebb, hogy az összehasonlítással két különböző kérdésre kereshetjük a választ. Az egyik, hogy az eltérő gyümölcsök szövetei milyen mértékű antioxidáns kapacitás előállítására képesek, a másik, hogy azonos mennyiségű gyümölcslé elfogyasztása milyen mértékű antioxidáns hatást/vegyületet biztosít a fogyasztók számára. Az első megközelítést inkább élettani, a másodikat ételmisszer- vagy táplálkozástudományi cél vezérelheti. Nem titok, hogy minden vizsgálatunk végső (és gyakorlati szempontból is hasznos) értékét az utóbbi megközelítésben látjuk. Biztos, hogy például a meggy és kökény összehasonlításában a szárazanyagra vonatkoztatott érték az előbbi esetében kisebb, az utóbbiban nagyobb lenne, mivel a meggy átlagos víztartalma meghaladja a kökényét. Eredményeink tehát a friss gyümölcsből készített egységnyi térfogatú gyümölcslé fogyasztása útján szervezetünkbe jutó antioxidánsok mennyiségét jellemzik. Ez a kérdés az egyes fajták antioxidáns paramétereinek összevetésekor is felmerülhet úgy, hogy például a Preventa és a 'Pipacs 1' kiemelkedő antioxidáns kapacitása nem pusztán a gyümölcsök kisebb víztartalmából fakad-e. A kérdés megválaszolására az utóbbi években meghatároztuk a liofilizált száraztömegre vonatkoztatott FRAP-értéket és polifenol-tartalmat, ami a gyümölcslé esetében kimutatott különbségekhez hasonló mértékű eltéréseket igazolt.

Az adott ábrán feltüntetett adatokból továbbá az sem derül ki, hogy az egyes csonthéjas gyümölcsfajok gyümölcseinek adatai milyen érési stádiumból származtak. Feltehető ugyanis,

ez a későbbiekben egyébként részletesen is kifejtésre kerül, hogy az antioxidáns hatású vegyületek szintézisét katalizáló enzimeket kódoló gének expressziója, illetve ennek eredményeként az adott enzimfehérjék szintézise, az érés során változik, így az adott érési stádium a kapott eredményeket jelentős mértékben befolyásolhatja.

Teljes mértékben elfogadom ismételten Opponensem kritikáját, ebben az összehasonlító vizsgálatban a gyümölcsöket a fajtára jellemző optimális érési állapotukban vizsgáltuk.

5.1.1. alfejezet Az őszibarackfajták antioxidáns kapacitásának jellemzése

Az adott alfejezetben leírtakkal kapcsolatban szeretnék utalni arra, hogy a dolgozat egy korábbi fejezetében leírta, hogy a sárga és fehér húsú őszibarack fajták esetében jelentős eltérés van a karotinoidokat bontó dioxigenáz enzim aktivitásában. Az viszont sem ott, sem ebben a fejezetben nem kerül tárgyalásra, hogy a dioxigenáz enzim hatására milyen vegyületek keletkeznek a karotinoidokból, illetve jelen alfejezettel összefüggésben, lehet-e ezeknek szerepe az antioxidáns kapacitásban?

Őszibarack esetében Brandi és mts. (2011. BMC Plant Biol., 11: 24) jellemezték a sárga húsú ‘Redhaven’ és fehér húsú rügymutáns változata, a ‘Redhaven Bianca’ karotinoid-bioszintézisét. Az ő eredményeik utaltak arra, hogy a fehér húsú gyümölcsben jelentős mértékben növekszik a *ccd4* dioxigenáz gén expressziója, ami a sárga húsúban alig kimutatható. A különböző karotinoid vegyületek többféle dioxigenáz enzim általi bontásából számos vegyület keletkezhet, például abszcizinsav vagy illékony nor-izoprenoidok. A fehér húsú gyümölcsben ez utóbbi vegyületcsoport mennyisége jelentősen felülmúlja a sárga húsú gyümölcsökre jellemző értékeket, 2-4-szeres mennyiség volt kimutatható valamennyi azonosított nor-izoprenoid vegyülethől. Ezek némelyikét ugyan jellemezheti antioxidáns hatás, de az messze elmarad a β -karotintól (Jones et al., 2013. Nutr. Cancer, 65: 600–610). Tekintve továbbá, hogy illékony és lipofil természetű molekulákról van szó, az általunk meghatározott vízzoldható antioxidáns kapacitáshoz feltehetően nem járulnak hozzá, vagy csak elhanyagolható mértékben. Gil és mts. (2002. J. Agr. Food Chem., 50: 4976–4982) eredményeinkkel egyezően szintén nem találtak különbséget a sárga és fehér húsú gyümölcsök vízzoldható antioxidáns kapacitása között. Érdekes azonban az, hogy illékonyaságuk okán a gyümölcsök aromaprofiljának kialakításában komoly szerepe lehet ezeknek a nor-izoprenoidoknak, ami magyarázatul szolgálhat arra a régi megfigyelésre is, hogy a fehér húsú őszibarack íze aromásabb, mint a sárga húsúé. „Vannak... akik mind kívülről sárgák: de ezek egy kevésbé kesernyések...” – írja Lippay már 1667-ben.

5.1.5. alfejezet A meggyfajták antioxidáns kapacitásának jellemzése

A 11. táblázatban, amely az antioxidáns paraméterek és a monoszacharid tartalom közötti összefüggéseket mutatja be szoros, szignifikáns összefüggéseket mutatott ki a glükóz és a fruktóz tartalommal kapcsolatban, de ezekről nem esik szó a táblázathoz tartozó szöveges magyarázatban. Elismerem, hogy ez nem volt a dolgozat célkitűzése, de amennyiben ilyen adatokat közöl, akkor azokról, legalább röviden, mindenképpen szükséges lett volna említést tenni.

Köszönöm Opponensemnek, hogy felhívta a figyelmemet erre a hiányosságra, melynek oka valóban az, hogy dolgozatomban elsősorban a polifenolokkal kapcsolatos eredményekre fókuszáltam. A fenti összefüggések megvitatása azonban lehetőséget adott volna igen vonzó hipotézisek felvázolására is, amit ezúton igyekszem pótolni. Statisztikailag szignifikáns

pozitív korreláció mutatkozott ugyanis a meggyfajták gyümölcsében mérhető C-vitamin-tartalom illetve glükóz- (és még inkább) fruktóztartalom között. Mindez magyarázható lehet azzal, hogy az aszkorbinsav bioszintézise a növényi sejtekben e két vegyületből, illetve ezek foszforilált származékából indul ki. Még hozzá úgy, hogy a glükóz-6-foszfát izomerizációval fruktóz-6-foszfáttá alakul, majd ebből nyolc enzimkatalizálta lépést követően képződik az aszkorbinsav. Ily módon a fruktóz egy lépéssel közelebb van a végtermékhez, talán a szorosabb korreláció ($r_{\text{fru-As}}=0,906$ és $r_{\text{glü-As}}=0,666$) is ennek köszönhető, hiszen a glükóz számos metabolikus folyamat részét képezi, így a fruktóz mennyiségével szorosabb mértékben korrelálhat az aszkorbinsav keletkezés felé vezető útvonal végtermék-mennyisége, mint a glükóz mennyiségével, hiszen annak valamekkora része nem alakul át fruktózzá, vagyis nem képezi az aszkorbinsav-bioszintézis prekursorát. Az összefüggés azon alapul, hogyha a sejtekben több glükóz illetve fruktóz van, abból elvileg több aszkorbinsav keletkezhet.

Aszkorbinsav keletkezhet azonban a gyümölcserés során a sejtfaalak bomlásából származó uronsav-komponensekből is öt egymást követő, enzimkatalizálta lépésben. Ennek a szintézisútnak a jelentősége jól ismert érő szamóca-gyümölcsökben (Cruz-Rus et al., 2011. J. Exp. Bot., 62: 4191–4201), de saját eredményeink a kajszi esetében is valószínűsítik működését. Könnyen elképzelhető, hogy az aszkorbinsav mennyisége a gyümölcserés folyamán ennek a szintézisútnak az aktivizálódásával fokozódik, amihez prekuzort szolgáltat például a sejtfaalak bomlásából származó pektin. A megnövekedett aszkorbinsav-tartalom ugyanakkor végtermék gátlást okozhat, gátolhatja az aszkorbinsav fent ismertetett bioszintézisében szerepet játszó bizonyos gének expresszióját, vagy az enzimek aktivitását. Ilyen gátló hatást igazoltak például a GDP-mannóz-3',5'-epimeráz enzimmel kapcsolatosan, amely a glükózból/fruktózból kiinduló szintézisút enzime (Pallanca és Smirnoff, 2000. J. Exp. Bot., 51: 669–674). Ha ez lejátszódik a meggy gyümölcsében is, akkor értelmezhető, hogy a gyümölcserés során, a sejtfaalak lebomlásából keletkező aszkorbinsav gátolja a monoszacharidokból kiinduló aszkorbinsav-bioszintézist, vagyis a glükózból és fruktózból kevesebb aszkorbinsav szintetizálódik. Így az aszkorbinsav más szintézis úton keletkező mennyiségével arányosan növekedhet a monoszacharidok mennyisége. Ezek azonban csak hipotézisek, lehetséges magyarázatok, kísérletes igazolásuk még várat magára.

6. Eredmények megvitatása

Meg kell azonban jegyezni, hogy a fejezet címével ellentétben itt nem csupán a korábban már bemutatott vizsgálatok eredményeinek megvitatására kerül sor, hanem új, korábban nem ismertetett, vizsgálatok eredményeinek bemutatására, majd megvitatására is sor kerül. A vizsgálatok egy része, így például a 6.6. alfejezetben leírt állatkísérletek, kapcsán további problémám, hogy az itt bemutatott kísérlet részletei, a mért paraméterek vizsgálati módszerei is csak részben, vagy egyáltalán nem kerültek ismertetésre az Anyag és módszer fejezetben.

Az állatkísérletek eredményeit valóban némileg inkohereus módon kezeltem. Kifejezetten figyeltem arra, hogy ne szerepeltessem ezeket az Anyag és módszer illetve Eredmények fejezetekben, hiszen ezek az eredmények nem tartoznak bele a szűken vett tudományos tevékenységembe. A kísérletek a Semmelweis Egyetem Farmakognózia Tanszék (Prof. Blázovics Anna vezetésével) és az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet (Dr. Fébel Hedvig) vezetésével zajlottak, mi mindössze a témafelvetésért vagyunk felelősek. Miközben nem akartam sajátomnak láttatni mások tudományos eredményét, úgy éreztem, hogy a Megvitatás fejezetben mégis kitérek a kísérlet legfontosabb eredményére: vagyis hogy a különleges, kiemelkedő polifenol-tartalmú meggyektől valóban sokkal jelentősebb

fiziológiai hatás várható. Ezt feltétlenül meg akartam említeni a dolgozat végén, hiszen ez az első kézzelfogható bizonyítékunk arra, hogy munkánk nem pusztán a csonthéjas gyümölcsfák genetikai jellemzésére vonatkozó tudományos munka, de a jövőben (reményeim szerint a nem túl távoli jövőben!) e munka eredményeinek konkrét felhasználása is megvalósulhat! Azt azonban elfogadom, hogy ennek tisztázásával adós maradt a dolgozat.

A flavonoid bioszintézisben feltehetően szerepet játszó enzimeket kódoló gének egyszeres vagy többszörös kópiaszáma megítélésem szerint rendkívül izgalmas, további kutatásokat indukáló, kérdéseket is felvet. Abban az esetben ugyanis, ha a paralóg kópiákban fellelhető szekvencia eltérések az adott gén kódoló régiójában fordulnak elő, és ehhez funkcionális eltérések is társulnak, azaz ha az egyes kópiák által kódolt enzim fehérjék katalitikus aktivitásában is eltérés van, akkor ez magyarázatul szolgálhat az egyes fajták közötti eltérésekre a flavonoid összetételben, illetve mennyiségben, végeredményben azok antioxidáns kapacitásában.

Opponensem teljes mértékben egyetértek, kétségkívül sok új ismeretet adhatnak az ilyen típusú vizsgálatok a gyümölcsökben zajló flavonoid-bioszintézissel kapcsolatosan. A genetikai variabilitás kialakulásának megértésén túl az ilyen ismeretek akár molekuláris markerek kidolgozására is alkalmasak lehetnének. Ahogyan az alma piros héj- és hússzínére már kidolgoztak PCR-alapú molekuláris markert, ez más gyümölcsfajoknál, esetleg más flavonoid-összetételbeli eltérésekre is lehetséges lesz. Ennek óriási értéke lenne a nemesítési programokban. Látható, hogy bizonyos géneknek vannak paralóg kópiái az őszibarackgenomban, az pedig szinte bizonyos, hogy az egyes géneknek több allélváltozata is megtalálható például a meggy-genomban, hiszen tetraploid fajról van szó. A meggy antioxidáns kapacitása (meggy: 4,3–21,8 mmol AS/L, cseresznye: 0,8–6,8 mmol AS/L) és polifenol-tartalma (meggy: 0,8–8,3 mg GS/ml, cseresznye: 0,6–1,4 mg GS/ml) jelentősen meghaladja a cseresznyére jellemző értékeket. Tekintve, hogy a meggy a *P. fruticosa* × *P. avium* hibridje, a tulajdonságért felelős allélokat feltehetően a *P. fruticosa* örökölte. Ennek vizsgálata valóban izgalmas kérdésekre adhat választ a jövőben.

Végezetül szeretnék reagálni az Opponensem által a flavonoidok biológiai hatékonyságával, lehetséges káros hatásával kapcsolatosan megemlített hiányosságokra, különös tekintettel a β -karotinra és a geniszteinre. Köszönöm, hogy Opponensem felhívta rá a figyelmemet, hogy a korrekt értékelésnél nem hagyhatók figyelmen kívül az esetleges káros hatásokról szóló közlemények sem. Az Opponensem által figyelmembe ajánlott közleményeket elolvastam, és azok legfontosabb üzenetével magam is egyetértek. Szinte valamennyi közlemény szerzői arra a következtetésre jutottak, hogy a normál étrendi bevitel, vagyis különböző növények fogyasztása révén toxikus hatás nem jelentkezik (Skibola et al. 2000. Free Radic. Biol. Med., 29: 375–383 és Surai et al. 2004. Curr. Topics Nutraceut. Res. 2: 27–46). A toxicitásra vonatkozó tanulmány (Silva és mts., 2000. Chem.-Biol. Interact., 124: 29–51.) során izolált flavonoidok közvetlen hatását vizsgálták sejtkultúrákon, a táplálkozással elfogyasztott gyümölcs esetén azonban több ezer vegyület együttesével kell számolni valamint a felszívódás korlátozott mértékével. Ráadásul jelenleg a vegyületek metabolizációja során képződő komponensek sem ismertek.

A 'Pipacs 1' meggyfajta geniszteintartalmára, ha ezt a gyümölcsöt fel kívánják használni a jövőben, feltétlenül oda kell figyelni. Friss fogyasztással bizonyosan nem okozhat egészségkárosodást, mert néhány gyümölcsnél többet senki nem tud elfogyasztani belőle. A kérdés az, mi történik a feldolgozás során, vagy ha például kíméletes módszerekkel

koncentrálják a gyümölcs polifenolos vegyületeit. Én azt hiszem, az ilyen élelmiszereket közel olyan vizsgálattal kellene jellemezni, mint az új gyógyszer-hatóanyagokat. Nem mindegy milyen mennyiségben kerülnek a szervezetbe, mert a felszívódás képességében, a vastagbél baktériumflórájában, a szervezet fiziológiai állapotában óriási egyedi variációk lehetnek, a hatást mindezek függvényében lehet csak értékelni. El kell mondanom, hogy erre a meggyre jelenleg külföldről is óriási érdeklődés mutatkozik, mert a szója alapú élelmiszerek alternatívájaként lehetne esetleg hasznosítani. Magyarországon több alkalommal konzultáltunk orvosokkal, akik például fantáziát látnának abban, hogy a menopauza kellemetlen tüneteinek kiküszöbölésére ajánlják ezt a gyümölcsöt. Egyes onkológusok szerint a bizonyos daganatos betegségek terápiájának segítségével is lehet szerepe, de tekintve e betegségcsoport sokszínűségét és a mai napig nem kellően ismert biológiai hátteret, ehhez számos vizsgálat szükséges. Én magam és a kollégáim nyilvánvalóan nem leszünk szorosabban érintettek a 'Pipacs 1' gyümölcs történetének ezen szakaszában, hiszen nem vagyunk orvosok. Munkánk értéke talán annyiban ragadható meg, hogy most már tudunk arról, hogy a fajta rendelkezik ezzel a meggy esetében, ilyen mértékben soha, sehol le nem írt tulajdonsággal. Nagyon jó lenne, ha ez alapot adna egy vagy több egészségtámogató termék kidolgozására, melyek felhasználási területét és hatását adekvát orvosi vizsgálatok eredménye támasztaná alá.

Még egyszer megköszönöm Opponensem iránymutató értékelését, a felvetett kérdéseket és értekezésem pozitív megítélését.

Budapest, 2014. március 23.

Tisztelettel:



Dr. Hegedűs Attila